

- (5) 藻類増殖におよぼす窒素および磷濃度の影響に関する研究(才1報)
- (6) 湖沼の水質におよぼす植物プランクトンの影響
- (7) 豊ヶ浦の取水計画と富栄養化(討議)

京都大学工学部 井上 頼輝

富栄養化を論じるには

- (1) 富栄養化の原因物質は何か 窒素、リンなどの栄養塩、炭素やビタミン類、キレート剤などの微量物質等が富栄養化の原因物質であるとする説があるが、湖によって必ずしも同一とはいえない。Batch による培養、Chemostat, Turbidostat など連続培養装置による培養 Microcosm などより大型の原型に近づいた模型実験などを用いて原因物質を同定するとともに、原因物質濃度が植物プランクトンの一次生産にどのように影響するかを明らかにする。
- (2) 流域内に持ち込まれる原因物質はどれだけか 食料、飼料、肥料、洗剤、工業用原材料等として流域内に持ち込まれる原因物質量を明らかにする。
- (3) 流域内で発生する原因物質の負荷はどれだけか たとえば栄養塩(リン、窒素)が原因物質と考えられる時は、家庭下水、工場廃水、家畜廃水、農耕地流出水、地下水、湖面降下物が負荷発生の原因と考えられるから、各原因別に負荷量を明らかにする。
- (4) 湖に流入する負荷はどれだけか (3)で求めた発生負荷のうち、実際に湖に流入する負荷量と、各河川や地下水による負荷と測定して求める。
- (5) 湖内における原因物質の挙動 湖内に流入した原因物質は、植物プランクトンや細菌などにどのように利用され、また、その死滅によってどのように水中に固着するか。底泥への沈積と再溶出はどれ程か。水温躍層の形成、湖流などを参考に年間を通じて明らかにする。
- (6) 流域から出る原因物質はどれだけか 湖より河川として流出するもののほかに、食肉、殻類、魚類などの農水産物、工業製品となって、流域外に出る原因物質量を明らかにする。
- (7) 影響の評価 (1)~(6)を明らかにした上で、富栄養化を抑制する方策や取水計画などについてその影響を評価する。

以上の7項目について、少なくとも研究、調査する必要があるように考えられるが、現実には未知の問題が多く世界的にも研究途上にあるといえる。論文(5)および(6)は富栄養化の原因物質の同定に関連し、また論文(7)は取水計画の影響の評価を試みたものといえよう。

⑤ 田井模吾氏等の「藻類増殖におよぼす窒素および磷濃度の影響に関する研究(第1報)」はL字管および10Lの模型槽を用いて栄養塩が藻類増殖に及ぼす効果を明らかにし、富栄養化の原因を知らうとしたものであるが、この種の研究に常に伴う模型の相似性の問題がある。即ち、小型の模型槽でどの程度実際の湖沼における生物相を近似できるか、植種した藻類は単一種でなく、いわゆるNatural Associationであるが、優占種の変化が見られるのはどのような影響があるか、動物プランクトンや細菌、Benthos、沈殿物の影響はどのように相似されるか等である。実際に模型槽を作り、湖沼水の中にくみ入れて湖に浮かべるべく原型とよく似た環境条件を与えても、模型と湖沼の生物相は一致しない。この方向を更に進めて、模型に原型となるべく似た挙動をさせるには、原型湖の一部とメロ切った模型とするか、湖底に運するプラスチック製の円柱を立てて模型とするなどの大型化に向かわざるをえない。富栄養化の機構を水質工学、生物学および生態学的に解明し、それを富栄養化の制御に用いるには、今後どのように研究を進められるのか、展望をお伺いしたい。

なお、この種の実験では再現性が常に問題となる。実験法をとられ、結果は良く合致したと報告されているが

どの程度に合致したのであろうか。

④ 国吉章一氏等の「湖沼の水質におよぼす植物プランクトンの影響」は、前半の *Scenedesmus dimorphus* を使った、栄養塩と植物プランクトン量との関係に関する研究は、前編の田井氏等の論文と同じことといえる。即ち、一種の植物プランクトンを人工湖地で培養して得た結果と、霞ヶ浦という実際の湖沼における現象とどのように結びつけるかの問題である。

富栄養化を示す栄養塩の限界濃度は、窒素 0.2 ppm 、リン 0.02 ppm 程度を示す人が多い。これに対して表-3に示されるように、霞ヶ浦では限界をはるかに超えてしまっているから、栄養塩は十分に存在し、従って図-12、図-13に示されたように、日照や、気温などの気象条件が植物プランクトン増殖の支配因子となるであろう。琵琶湖北湖のように水深が大きく、水温躍層が夏、秋期に発達し、栄養塩濃度が記の限界より低い所では、植物プランクトンは春の循環期に大発生し、夏から秋にも小さなピークを作る。もっとも年による変動がかなりあるので、1年だけの観測結果では十分な結論は導きよめようである。湖中には通常植物プランクトンと動物プランクトンが交互に現れ、また、浮遊物を構成する物質には無機炭やプランクトンの死骸もある。図-14から導出成分中の植物プランクトンが多寡を推定するには無理があり、やはりそのためには *chl-a* を測定される必要があろう。

⑤ 中西準子氏等「霞ヶ浦取水計画と富栄養化」は霞ヶ浦の栄養塩の存在量と濃度、ならびに流入負荷を求めたものである。河川からの流入負荷が全窒素で約 2500 トン/年 、湖内存在量が 1000 トン であり、従って窒素の湖内平均滞留日数は約 150 日 である。またリンは流入負荷が $230 \sim 580 \text{ トン/年}$ 、湖内存在量が $40 \sim 170 \text{ トン}$ であるから、平均滞留日数は $65 \sim 110 \text{ 日}$ 位であろう。水理的な滞留日数とも比べて、この湖には流入負荷のどれ位が蓄積して行くのであろうか。なお、流入負荷は河川ばかりでなく、地下水、湖面降下物によるものが無視できない。

湖の取水量を変えても、年間排水量(取水量と表流水、伏流水となって流出するもの)が変わらなければ、湖内栄養塩濃度はほとんど変化しない。従って取水計画の湖への影響は、魚類の産卵や、幼魚の生育池が失われること、生物相の変遷といった生物学、水産学の協力を得なければ解明できない実が残る。湖内栄養塩濃度からいえば、4-3で指摘されているように流入負荷をとにかく減少させる必要があろう。国吉氏の論文でも指摘されたように、霞ヶ浦の富栄養化はかなり進行しており、有機物汚濁も高い。このような湖で、どのように流入負荷を減少させるか、また有機物汚濁と富栄養化が同時進行している場合、下水処理をどのように位置づけるか御意見を賜わりたい。